

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001年2月22日 (22.02.2001)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 01/12884 A1

(51) 国際特許分類7:

C30B 29/16

(72) 発明者; および

(21) 国際出願番号:

PCT/JP00/04452

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 山本哲也 (YAMAMOTO, Tetsuya) [JP/JP]; 〒780-0802 高知県高知市丸池町1-1-21 セゾンメルヴェーユ春棟B-102 Kochi (JP). 吉田 博 (YOSHIDA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒666-0111 兵庫県川西市大和東2-82-4 Hyogo (JP). 八百隆文 (YAO, Takafumi) [JP/JP]; 〒305-0051 茨城県つくば市二の宮4-1-15 Ibaraki (JP).

(22) 国際出願日:

2000年7月4日 (04.07.2000)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

特願平11/229504 1999年8月13日 (13.08.1999) JP

(74) 代理人: 西 義之 (NISHI, Yoshiyuki); 〒235-0036 神奈川県横浜市磯子区中原4-26-32-211 西特許事務所 Kanagawa (JP).

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 科学技術振興事業団 (JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY CORPORATION) [JP/JP]; 〒332-0012 埼玉県川口市本町4-1-8 Saitama (JP).

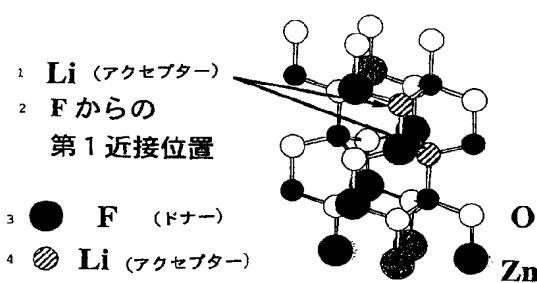
(81) 指定国(国内): KR, US.

(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

/続葉有/

(54) Title: p-TYPE SINGLE CRYSTAL ZINC OXIDE HAVING LOW RESISTIVITY AND METHOD FOR PREPARATION THEREOF

(54) 発明の名称: 低抵抗p型単結晶酸化亜鉛およびその製造方法



1 ... Li (ACCEPTOR)  
2 ... FIRST CLOSE POSITION FROM F  
3 ... F (DONNER)  
4 ... Li (ACCEPTOR)

(57) Abstract: A p-type single crystal zinc oxide having a low resistivity can be prepared by a method wherein, when a single crystal of zinc oxide is formed by the thin film forming method, a n-type dopant and p-type dopant are doped in a manner such that the concentration of the p-type dopant is higher than that of the n-type dopant. Further, doping an element belonging to Group II in addition to the above enables the stabilization of oxygen.

(57) 要約:

WO 01/12884 A1

低抵抗 p 型単結晶酸化亜鉛を得る。酸化亜鉛の単結晶を薄膜形成法で形成する際に、n 型ドーパントおよび p 型ドーパントを、p 型ドーパント濃度が n 型ドーパント濃度より大きくなるようにドーピングする。さらに、II 族元素を同時ドーピングすることにより酸素の安定化ができる。

WO 01/12884 A1



添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

## 1 低抵抗 p 型単結晶酸化亜鉛およびその製造方法

## 技術分野

本発明は、低抵抗 p 型単結晶酸化亜鉛 (ZnO) およびその製造方法に関する  
5 ものである。

## 背景技術

低抵抗 n 型の ZnO は、従来の B、Al、Ga、または In ドーピング技術で  
容易に作製することができた。しかしながら、p 型の ZnO となると、N (窒  
10 素) を利用したドーピングによって得られた高抵抗のものに関する報告のみとな  
る。例えば、N ドーピングを用いた p 型の ZnO に関しては、第 59 回応用物理  
学会において山梨大学工学部春日研究室から報告されている (講演番号 17p-YM-8,  
Japanese Journal of Applied Physics, Part 2, vol. 36, No. 11A, p. 1453, 1 Nov. 199  
7)。この山梨大学工学部春日研究室で製造された p 型 ZnO 薄膜の抵抗率は、1  
15 0.0 Ω · cm と未だ高抵抗率であり、実用には向かない。また、アニール後、p  
型から n 型への電気伝導型が反転するなど実験の再現性に課題を残し、低抵抗 p  
型の ZnO 育成は実現できていない。

また、p 型を作る目的でアクセプターとして考えられる周期律表内の I 族元素  
である Li に関しては、高抵抗な ZnO 薄膜のみがこれまでに作られており、半  
20 導体デバイス材料としてではなく、絶縁物としての誘電体分野でそのドーピング

1 効果が研究されている。例えば、北海道大学大学院理学研究科小野寺 彰は、日本物理学会誌Vol. 53、No. 4、pp. 282-286で、メモリー材料として、高抵抗率（比抵抗） $10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ を有するLiドーピングされたZnOを水熱法といわれる結晶成長法によって作成することを報告している。

5 (発明が解決しようとする課題)

伝導型がp型のZnOは、高抵抗のものはできるが、低抵抗でかつp型のZnO単結晶薄膜の育成は、自己補償効果やp型ドーパントの小さな溶解度のために不可能であった。

ZnOの単結晶薄膜として、低抵抗率を持つp型ZnOが合成できれば、B<sub>10</sub> (ホウ素)、Al (アルミニウム)、Ga (ガリウム)、もしくはIn (インジウム)を利用した不純物ドーピングにより既に実現されている低抵抗n型のZnO (酸化亜鉛)と組み合わせることにより、同一半導体化合物であるZnO (酸化亜鉛)においてp-n接合が実現できる。このp-n接合は、ホモ接合と呼ばれ、注入型発光ダイオード、半導体レーザ、さらには、薄膜太陽電池のような半導体デバイスの作製において、高品質低価格化を可能とさせる。例えば、高密度記録や大量情報の伝達に必要な紫外光半導体レーザーダイオードをZnOで作製することができる。

発明の開示

20 (課題を解決するための手段)

上記の課題を解決するために、本発明者は、p型ドーパントをZnO内に取り込み、さらに安定化させる新規なドーピング法を開発した。

1 すなわち、本発明は、p型とn型とを含有している低抵抗p型ZnO単結晶で  
ある。また、p型とn型の他にさらにII族元素を含有している低抵抗p型ZnO  
単結晶である。

本発明の低抵抗p型単結晶ZnOにおいて、n型ドーパントは、B、Al、G  
5 a、In、Zn、F、ClまたはHの群からなる1種または2種以上とすること  
ができる、p型ドーパントは、I族元素または/およびV族元素または/およびC、  
好ましくはLi、Na、NまたはCの群からなる1種または2種以上とすること  
ができる。

また、含有しているp型ドーパントとn型ドーパントとの濃度比は、好ましく  
10 は、1.3:1から3:1、最も好ましくは、2:1である。

本発明の低抵抗p型単結晶ZnOは、ホール濃度が $2 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 以上、よ  
り好ましくは、 $1 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ 以上であり、また、電気抵抗率が $20 \Omega \cdot \text{cm}$   
以下、より好ましくは、 $10 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下、さらに好ましくは $1 \Omega \cdot \text{cm}$ よりも  
小さい。

15 ZnO単結晶中にn型のドーパントとp型のドーパントをドーピングすること  
により、ZnO単結晶中にn型のドーパントとp型のドーパントの対が形成され  
るため、p型のドーパントによる散乱機構を反対の電荷をもつn型のドーパント  
が短距離化させる。これにより、キャリアのホール移動度を大きく増大させること  
ができるため、低抵抗のp型ZnO単結晶が得られる。

20 周期律表のII族元素は伝導型には影響せず、母体半導体化合物ZnOの酸素の  
安定化に寄与し、酸素空孔濃度減少をもたらす役目を担う。特に、この作用をも  
たらすII族元素としては、Mgまたは/およびBeが望ましい。

1 また、本発明は、酸化亜鉛の単結晶を薄膜形成法により形成する際に、n型ドーパントおよびp型ドーパントを、p型ドーパント濃度がn型ドーパント濃度より大きくなるようにドーピングすることを特徴とする低抵抗p型単結晶酸化亜鉛の製造方法である。

5 さらに、本発明は、酸化亜鉛の単結晶を薄膜形成法により形成する際に、n型ドーパントおよびp型ドーパントおよびMgまたは/およびBeを、p型ドーパント濃度がn型ドーパント濃度、およびMgまたは/およびBe濃度より大きくなるようにドーピングすることを特徴とする低抵抗p型単結晶酸化亜鉛の製造方法である。

10 さらに、本発明は、Zn固体ソースからの原子状ガス、活性化した酸素を半導体基板上に供給して、単結晶酸化亜鉛薄膜を基板上に成長させることを特徴とする上記の低抵抗p型単結晶酸化亜鉛の製造方法である。

本発明の低抵抗p型単結晶ZnOの製造方法においては、MOCVD (Metal-Organic Chemical Vapor Deposition) 法や原子状ビームを用いたMBE (Molecular Beam Epitaxy) 法などを用いてZn固体ソースから気化した原子状ガスと活性化された酸素を半導体基板上に流入、供給して、低温で積もらせることにより、十分な酸素プラズマ下で、半導体基板上に単結晶ZnO薄膜を成長させる。この際に、p型ドーパント、n型ドーパント、II族元素をドーピングする。

本発明は、n型のドーパントとp型のドーパントをドーピングすることにより、  
20 p型ドーパント間のクーロン反発力による静電エネルギー増大を抑止し、n型とp型ドーパント間のクーロン引力によってエネルギー利得を生じさせることができる。この静電的相互作用利得の効果でp型ドーパントを取り込み、さらに安定

1 化させ、高濃度まで安定に p 型ドーパントをドープすることができる。上記 n 型のドーパントと p 型のドーパントをドーピングするに当たっては、それぞれをドーピングする時間をずらして実施してもよいが、望ましくは同時にドーピングした方が良い。

5 p 型ドーパント濃度が n 型ドーパント濃度より大きくなるようにするための具体的方法は、仕込み量における調整とその原子ガス圧の調整において、行うことができる。p 型ドーパントまたは／および n 型ドーパントまたは／および II 族元素は、ラジオ波、レーザー、X 線、または電子線によって電子励起して原子状にすることができる。

10 基板温度は、300°C～650°Cが好ましい。300°Cより低いと薄膜成長速度が極端に遅くなり、実用化に向かない。650°Cより高いと酸素抜けが激しくなり、欠陥が多くなるため、結晶性が悪くなるとともにドーピング効果が弱くなる。基板としては、シリコン単結晶基板、SiC を形成したシリコン単結晶基板、サファイア単結晶基板などを使用できる。基板としては ZnO と同じ結晶構造で、  
15 ZnO の格子定数とほとんど相違がないものが好ましい。しかし、現在使用している、上記基板はいずれもその条件を満たしていないことから、これらの基板の間では、優劣の大きな相違はない。また、基板と薄膜との間にそれぞれの格子定数の中間の格子定数を有する酸化クロムや酸化チタンなどの層を介在させて結晶格子の不整合性を緩和してもよい。

20 さらに、本発明は、低抵抗 p 型単結晶酸化亜鉛を基板上に形成した後、一旦室温に冷却し、さらに高温、例えば 100～250°C 程度で電場をかけながら熱処理することが好ましい。これにより、不純物として侵入する水素のドナーを結晶

1 外に取り去る（水素の不働態化）ことができる。

本発明の低抵抗 p 型単結晶 ZnO を、既に実現されている低抵抗の n 型 ZnO と組み合わせることにより、エネルギーギャップの大きさを自由に制御できることから、可視光から紫外光領域にわたる光エレクトロニクス材料として高性能な、  
5 注入型発光ダイオード、半導体レーザへの応用は広がる。さらには、光電変換デバイス、例えば、太陽電池のような低抵抗半導体としての応用へとその応用領域を広げることが可能となる。

また、低抵抗 p 型 ZnO 単結晶薄膜中に磁性元素である遷移金属、Mn、Fe または Co をドーピングすれば磁性一半導体ハイブリッド機能素子を作製するこ  
10 とができる。

（作用）

本発明におけるドーピングの効果は、結晶中にドナー・アクセプター対（例：  
Li-F-Li、N-Ga-N）を形成させ、（1）p 型ドーパント間のクロトン反発による静電エネルギー上昇を抑制し、p 型ドーパントの溶解度を増大させ  
15 ること、（2）ホールの運動へ与えるドーパントの散乱機構は、単独ドーピング法では 100 オングストローム以上に渡るが、それを数十オングストロームへと短距離化させ、その結果としてキャリアの平均自由行程を増大させること、である。

さらに、II 族元素、特に、Mg、Be をドーピングすることで、（3）結晶内  
20 に Mg-O または Be-O の強い化学結合が形成され、酸素抜けを防ぐこと、の 3 つである。これらの効果により高濃度まで p 型ドーパントを安定にドープすることが可能となり、その結果、可視光から紫外光領域にわたる光エレクトロニク

1 ス材料として利用できる。

特に、ZnO単結晶薄膜中では酸素が抜けやすく、この酸素空孔をB、Al、  
Ga、In、Zn、F、ClまたはHの群からなる1種または2種以上が占有し、  
空孔形成による結晶性低下を防ぐと共に、さらにイオン結合性によってp型ドーパント、  
5 代表的にはLi、Na、NまたはCからなる1種または2種以上をZn位置に（Nの場合、Oの位置）安定させる。

例えば、p型ドーパントとしてLiを、n型ドーパントとしてFを用い、例え  
ば、F : Li = 1 : 2でドーピングすることにより、ZnOの結晶薄膜内に、近  
接しているFとLiとが強い化学結合を形成し、Li-F-Liからなる複合体  
10 を結晶薄膜内に形成する。単独でLiドーピングされた場合、格子系のエネルギー  
一増大がもたらされ、その結果として酸素空孔が誘発される。これは、ドナーと  
して働くことと、結晶性の低下をもたらし、Liは格子間に移動してしまい、  
アクセプターからドナーへとその役割が反転しまう。よって、低抵抗p型の創製  
を阻む。

15 一方、（F, Li）同時ドーピングされた結晶中では、上記による複合体形成  
の結果、ドーピングされたLiは安定化し、その結果、浅い準位に移動するため、  
より低温（より室温に近い温度で）でキャリアーが多く生成され、低抵抗のp型  
ZnO単結晶薄膜が得られる。

20 図面の簡単な説明

図1は、MBE法により、基板上に低抵抗p型単結晶ZnO薄膜を形成させる  
場合の真空チャンバ内の概略構成を示す概念図である。図2は、第1原理バンド

1 構造計算法を用いて決めたZnO結晶中のp型ドーパントとn型ドーパントの構  
造配置を示した模式図である。

### 発明を実施するための最良の形態

5 以下、MBE法により基板上にp型単結晶ZnO薄膜を形成する方法を実施例  
に基づいてさらに詳しく説明する。

図1に示すように、真空度 $10^{-8}$  Torrに維持された真空チャンバー1内にサ  
ファイア基板2を設置し、この基板2にZnの原子状ガスとOの原子状ガスを供  
給し、ZnO薄膜を基板2上に作製した。Znとしては、純度99.9999  
10 %の固体ソースをヒータ加熱により原子状にしたもの用いた。また、酸素は、  
RFラジカルセルにより活性化した純度99.9999%の酸素を用いた。p型  
アクセプターとなるLiおよびn型ドナーとなるFは、分子ガスにマイクロ波領  
域の電磁波を照射したり、また、単体セルを高温で原子状にしたもの用いた。

図1には、そのためのRF(高周波)コイル3、ヒータ4、単体セル(Li源)  
15 5を示している。成膜中に、この基板2に向けて、n型ドーパントであるFを分  
圧 $10^{-7}$  Torrで、さらにp型ドーパントであるLiを分圧 $5 \times 10^{-7}$  Torr  
で、同時に基板2上に流しながら、350°C、400°C、450°C、600°C  
でp型単結晶ZnO薄膜6を結晶成長させた。

各結晶成長温度で得られたp型単結晶ZnO薄膜に対して、ホール測定と四探  
20 針法でホール濃度、抵抗率、ホール移動度を測定し、その結果を、n型ドーパン  
トであるFのドーピングを同時には行わず、p型ドーパントであるLiのみを單  
独ドーピングした場合との比較で表1に示す。

1 表1には、Mg、Liを同時にドーピングした場合(2)と、Li、F、Mgを同時にドーピングした場合(4)についても示す。この場合のMgは、分子ガスにマイクロ波領域の電磁波を照射したり、また、単体セルを高温で原子状にしたもの用いた。Li、F、Mgの3つをドーピングする場合、装置は単体セル

5 を1つ増やすのみでよい。

表1に示すホール濃度(個/ $\text{cm}^3$ )から分かるように、結晶成長温度が高いほどホール濃度は高く、(1) Liの単独ドーピングの結果と比較すると、各結晶成長温度において、(2) LiおよびMgの同時ドーピング、(3) LiおよびFの同時ドーピング、(4) LiおよびFおよびMgの同時ドーピング、の方が

10 ホール濃度が3桁以上高くなっている。

(表1)

基板 温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	ホール濃度 (個/ $\text{cm}^3$ )				ホール移動度 ( $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ )				抵抗率 ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )			
	(1) $10^{15}$	(2) $10^{18}$	(3) $10^{18}$	(4) $10^{18}$	(1)	(2)	(3)	(4)	(1) $10^8$	(2)	(3)	(4)
350	1	2	10	8	/	80	75	75	90	20	8	10
400	3	3	15	10	/	85	80	78	60	9	2	3
450	6	8	50	20	/	90	95	88	10	0.9	0.3	0.4
600	8	10	90	60	/	93	150	105	2	0.25	0.01	0.08

(1)はLi単独ドーピング、(2)は(Li,Mg)同時ドーピング、  
(3)は(Li,F)同時ドーピング、(4)は(Li,Mg,F)同時ドーピング、

20

さらに、ホール移動度( $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ )が、(1) Li単独ドーピングの結果に比べて2桁以上増大していることが分かる。ホール濃度とホール移動度との積

1 に反比例する抵抗率 ( $\Omega \cdot \text{cm}$ ) は、同時ドーピングした場合、単独ドーピングのときと比較して、5桁以上減少し、基板温度が400°C以上では、 $10\Omega \cdot \text{cm}$ より小さくなっている。

5 また、(4) Li、F、Mgの3元素の同時ドーピングされたサンプルでは、  
350°Cの低い結晶成長温度でも $8 \times 10^{18}$  (個/ $\text{cm}^3$ ) の高いホール濃度のp型単結晶ZnO薄膜が得られた。すなわち、 $10\Omega \cdot \text{cm}$ の低抵抗のp型単結晶ZnO薄膜が得られた。

10 図2に、第1原理バンド構造計算法を用いて決めたZnO結晶中の2つのアクセプターと1つのドナーの構造配置を示す。図2から分かるように、ZnO結晶中に、アクセプターであるLiと共にドナーであるFが入ることによりLiの結晶学的な構造配置が安定化し、より高濃度まで安定してLiをドーピングできることが確認された。なお、II族元素のMgは、Li、Fとはほぼ独立に結晶内に位置し、酸素を安定化させる。

#### 産業上の利用可能性

15 以上、説明したように、本発明のZnOは、従来実現されていなかった新規な低抵抗p型単結晶ZnOであって、該単結晶ZnOの利用に革新をもたらすものであり、また、本発明の方法によれば、該低抵抗p型単結晶ZnOを容易に得ることができるものである。

1

## 請求の範囲

1. p型ドーパントとn型ドーパントを含有している低抵抗p型単結晶酸化亜鉛。
2. p型ドーパントとn型ドーパントおよびII族元素を含有している低抵抗p型単結晶酸化亜鉛。
3. p型ドーパントは、Li、Na、NまたはCの群からなる1種または2種以上であり、n型ドーパントは、B、Al、Ga、In、Zn、F、ClまたはHの群からなる1種または2種以上であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の低抵抗p型単結晶酸化亜鉛。
4. II族元素が、Mgまたは/およびBeであることを特徴とする請求の範囲第2項に記載の低抵抗p型単結晶酸化亜鉛。
5. 酸化亜鉛の単結晶を薄膜形成法により形成する際に、n型ドーパントおよびp型ドーパントを、p型ドーパント濃度がn型ドーパント濃度より大きくなるようにドーピングすることを特徴とする低抵抗p型単結晶酸化亜鉛の製造方法。
6. 酸化亜鉛の単結晶を薄膜形成法により形成する際に、n型ドーパントおよびp型ドーパントおよびMgまたは/およびBeを、p型ドーパント濃度がn型ドーパント濃度、およびMgまたは/およびBe濃度より大きくなるようにドーピングすることを特徴とする低抵抗p型単結晶酸化亜鉛の製造方法。
7. Zn固体ソースからの原子状ガス、活性化した酸素を半導体基板上に供給して、単結晶酸化亜鉛薄膜を基板上に成長させることを特徴とする請求の範囲第5項または第6項に記載の低抵抗p型単結晶酸化亜鉛の製造方法。
8. 低抵抗p型単結晶酸化亜鉛を基板上に形成した後、冷却し、さらに高温で電

1 場をかけながら熱処理することを特徴とする請求の範囲第5項乃至第7項のいずれかに記載の低抵抗p型単結晶酸化亜鉛の製造方法。

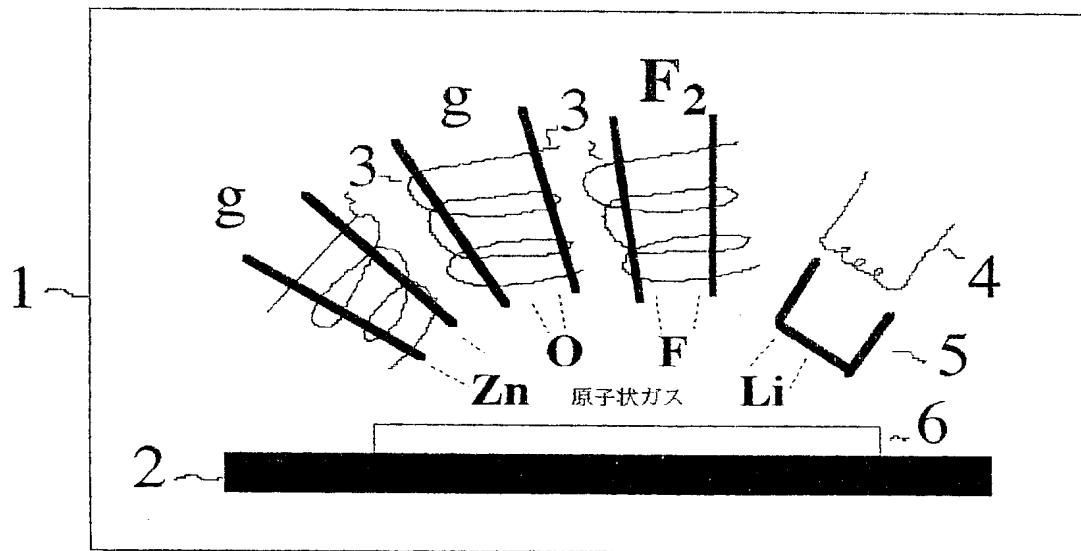
5

1 0

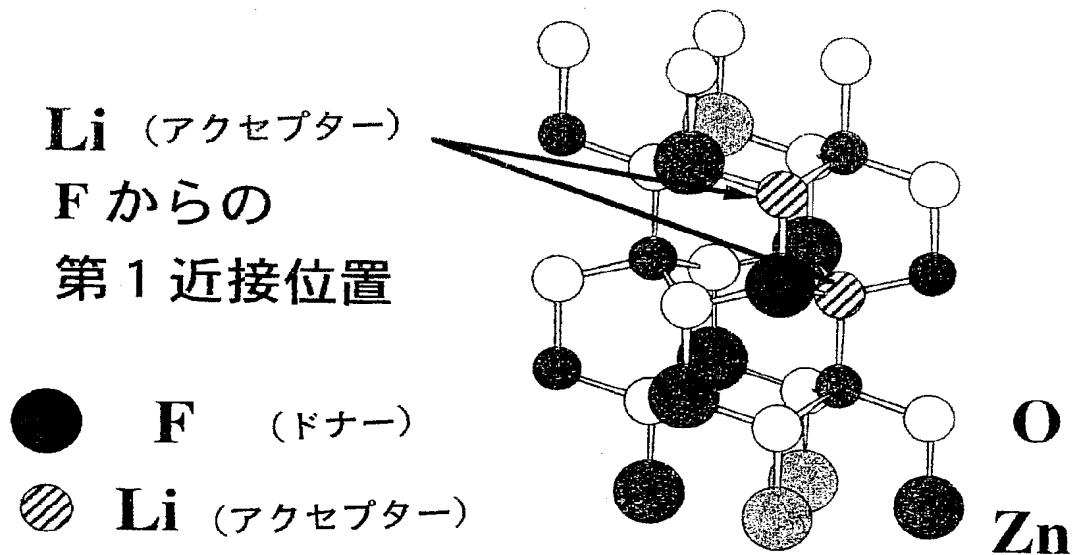
1 5

2 0

第1図



第2図



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/04452

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
Int.Cl<sup>7</sup> C30B29/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> C30B1/00-35/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
CAS ONLINE, "zno or zinc(w)oxide, dope?, dopant?, resistance, p(w)type? or positive?"  
JICST FILE

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	T. Yamamoto et al., "Solution Using a Codoping Method to Unipolarity for the Fabrication of p-Type ZnO", <i>Japanese Journal of Applied Physics</i> , Vol.38, part 2, No. 2B, 15 February, 1999 (15.02.99), pp.166-169 p. 168, right column, lines 3-5; p.168, lines, 8-12	1,3 2,4-8
A	K. Minegishi et al., "Growth of p-type Zinc Oxide Films by Chemical Vapor Deposition", <i>Japanese Journal of Applied Physics</i> , Vol. 36, part 2, No.11A, 01 November, 1997 (01.11.97), pp.1453-1455	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 03 August, 2000 (03.08.00)	Date of mailing of the international search report 15 August, 2000 (15.08.00)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C1. 7 C30B29/16

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C1. 7 C30B1/00-35/00

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2000年

日本国登録実用新案公報 1994-2000年

日本国実用新案登録公報 1996-2000年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

CAS ONLINE, 「zno or zinc(w)oxide, dope?, dopant?, resistance, p(w)type? or positive?」

JICST科学技術文献ファイル

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	T. Yamamoto et al., "Solution Using a Codoping Method to Unipolarity for the Fabrication of p-Type ZnO", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 38, part 2, No. 2B, 15. Feb. 1999 (15.02.99), 第166-169頁 第168頁右欄第3-5行, 同頁第8-12行	1, 3
A	K. Minegishi et al., "Growth of p-type Zinc Oxide Films by Chemical Vapor Deposition", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 36, part 2, No. 11A, 1. Nov. 1997 (01.11.97), 第1453-1455頁	2, 4-8

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 03.08.00	国際調査報告の発送日 15.08.00
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 三崎 仁 4G 2927 印

電話番号 03-3581-1101 内線 3416